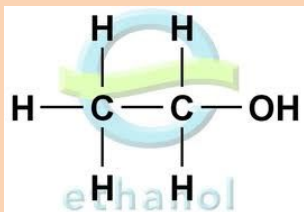




ОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ  
АКАДЕМИЯ  
КАФЕДРА ХИМИИ

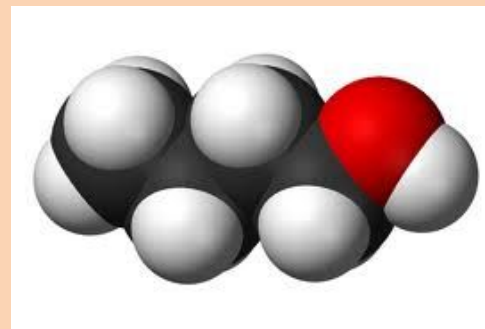


Лекция

**Гидроксисоединения.  
Карбонильные соединения.**

1. Спирты.
2. Фенолы.
3. Альдегиды и кетоны.

Лектор: Ганзина Ирина Викторовна  
кандидат биологических наук, доцент

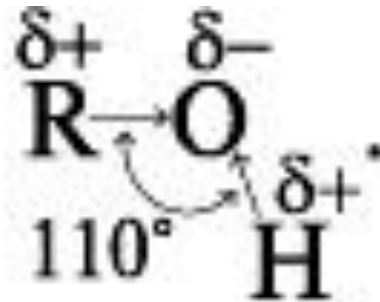


# Спирты

- Гидроксисоединения – это вещества, которые в своем составе содержат –ОН группы. К ним относят спирты, фенолы, нафтолы и др. вещества.
- Спирты- это **гидроксисоединения**, в молекулах которых –ОН группы связаны с насыщенным атомом углерода, находящимся в состоянии  $sp^3$ -гибридизации.



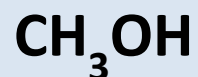
мая форм



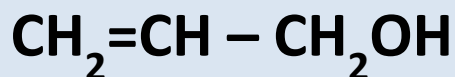
атов **R-OH**

## Классификация:

I. В зависимости от строения радикала различают *предельные, непредельные, ароматические спирты*

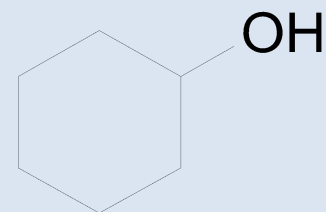


метанол

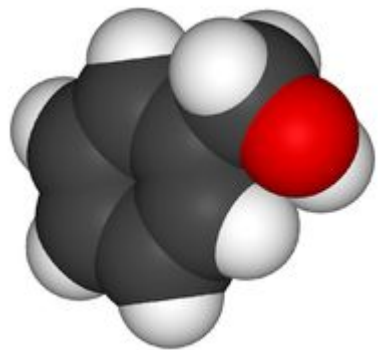


пропен-2-ол-1

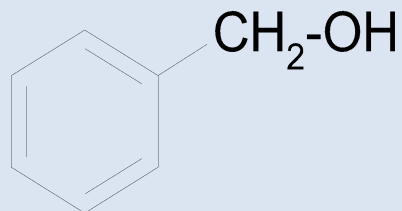
(аллиловый спирт)



циклогексанол



ароматический

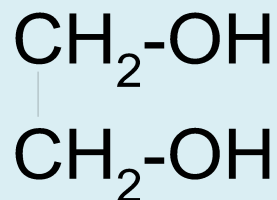
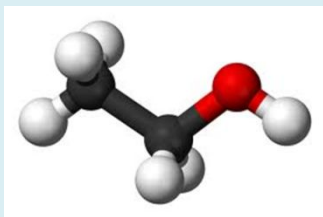


спирт

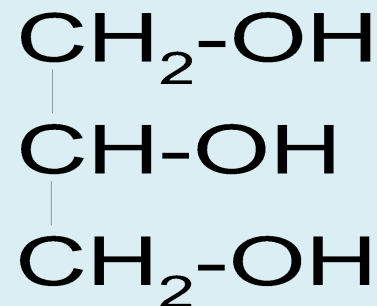
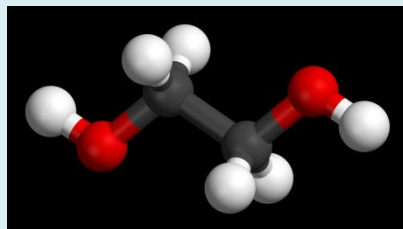
## II. По числу гидроксильных групп различают: *одноатомные и многоатомные спирты*



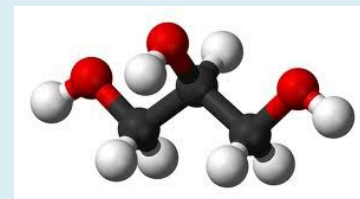
Этанол

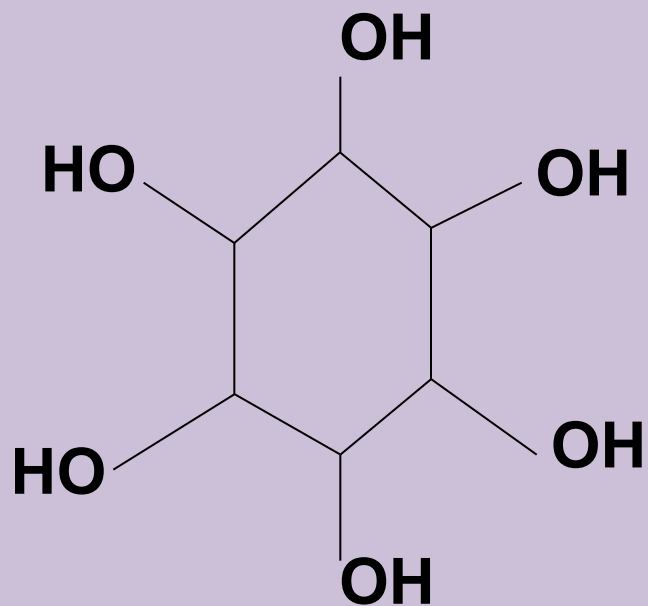


этандиол-1,2  
(этиленгликоль)



пропантриол-1,2,3  
(глицерин)

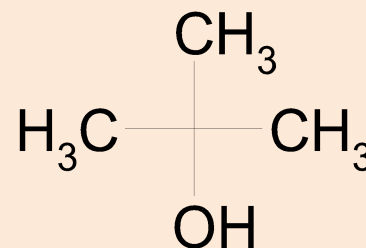
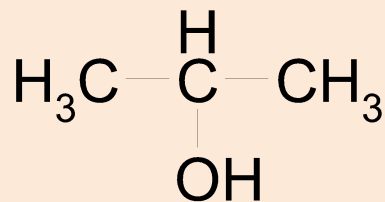
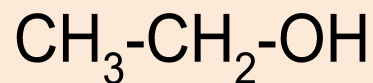




***Инозит (является структурным компонентом липидов мозгового вещества)***

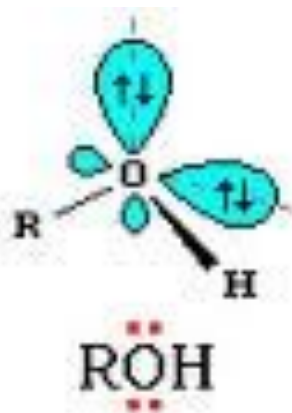


**III. По характеру углеродного звена, с которым связана – OH группа различают *первичные, вторичные, третичные спирты:***

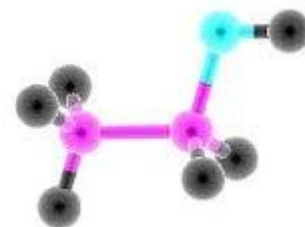


**В молекуле спиртов можно выделить несколько реакционных центров:**

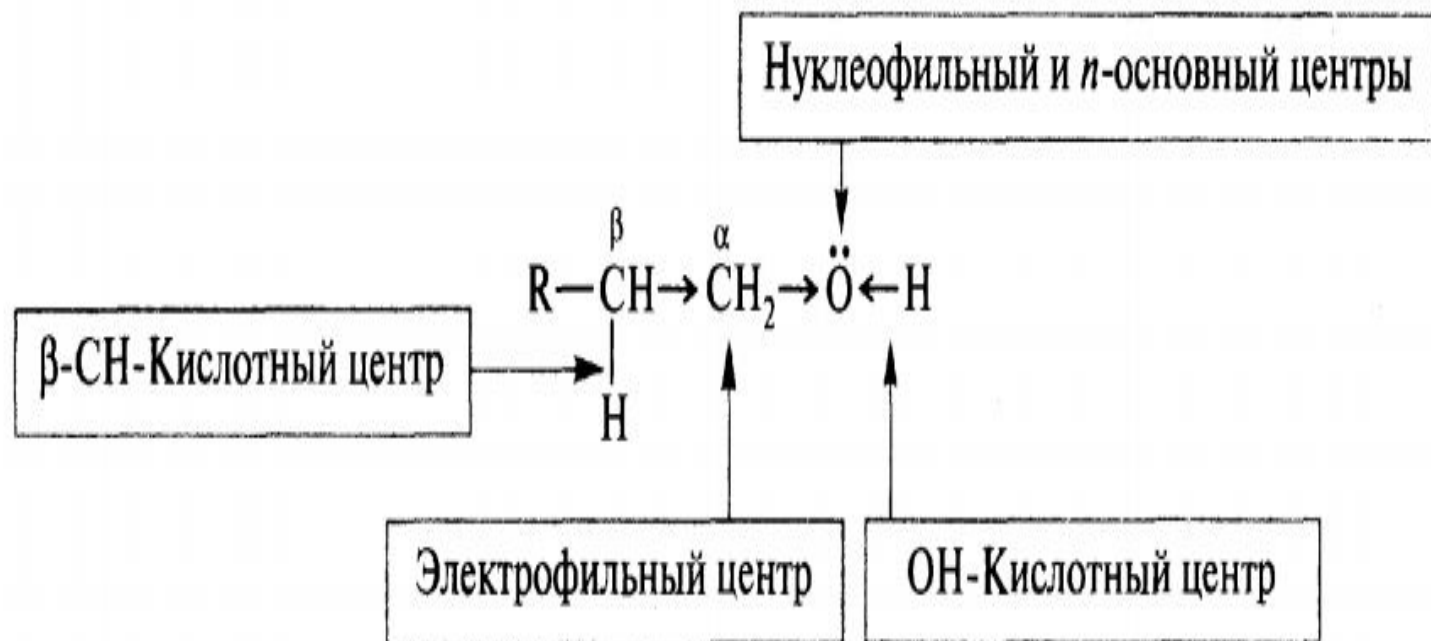
- О-Н кислотный центр за счет полярности связи способный к отщеплению протона**
- Основной нуклеофильный центр-атом кислорода, имеющий неподеленную пару электронов.**



O



- электрофильный центр —  $\alpha$ -атом углерода, на котором дефицит электронов вызван  $-I$ -эффектом соседней гидроксильной группы;
- $\beta$ -СН-Кислотный центр, в котором поляризация связи С—Н также обусловлена электроноакцепторным влиянием гидроксильной группы.



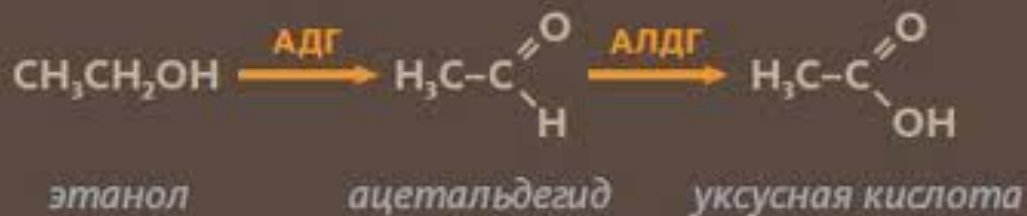


# ***Химические свойства спиртов***

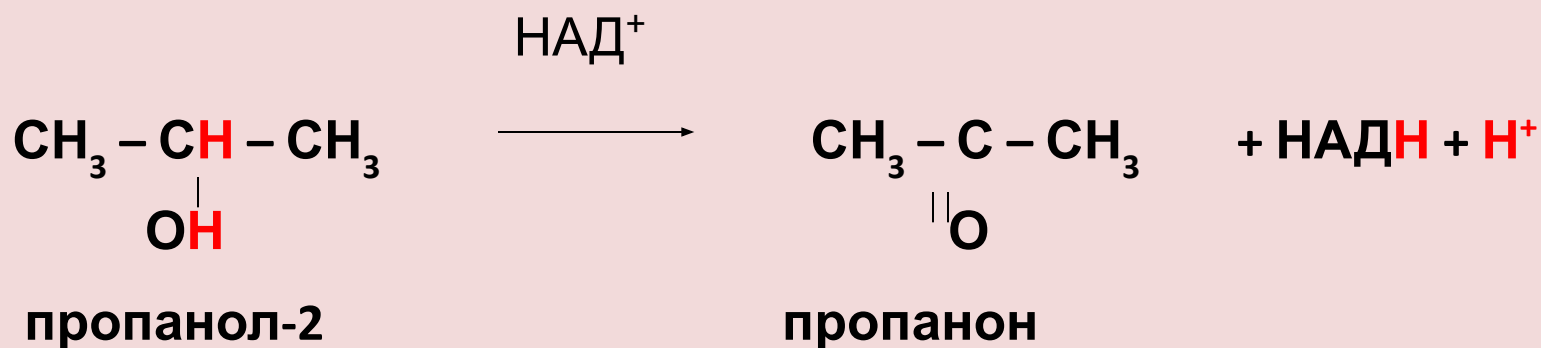
## **I. Реакции окисления**

- Внутри организма (in vivo) эти реакции протекают с участием ферментов ***дегидрогеназ***
- Кофермент дегидрогеназы - НАД<sup>+</sup> (никотинамиддинуклеотид окисленный) служит акцептором гидрид-иона (H<sup>-</sup>) при биологическом дегидрировании субстрата.
- НАД<sup>+</sup> превращается при этом в восстановленную форму фермента-НАДН.

- При окислении **первичных спиртов** образуются **альдегиды**:

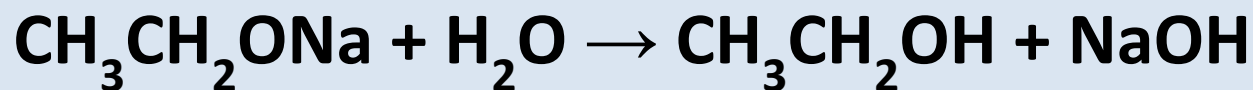
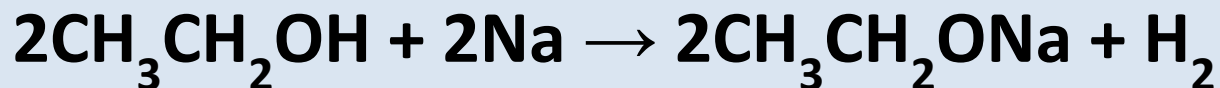


- При окислении **вторичных спиртов** образуются **кетоны**:



2. Спирты проявляют **слабые кислотные и слабые основные свойства**, то есть являются амфолитами.

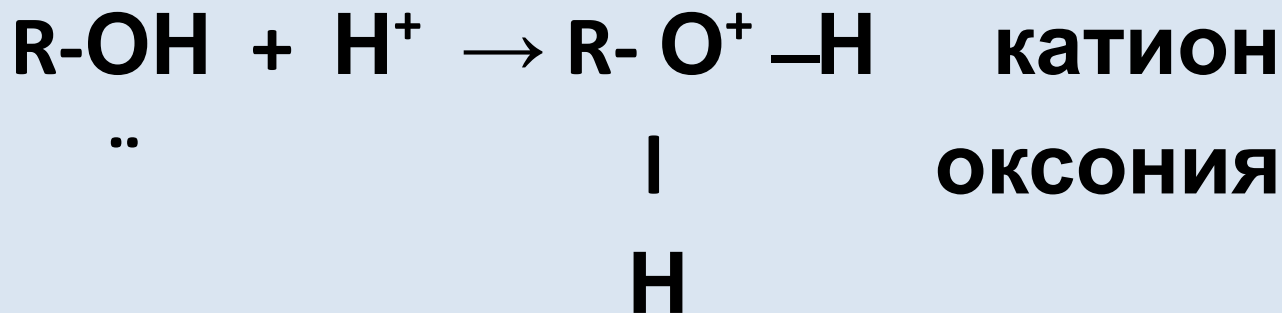
- Спирты как кислоты реагируют со щелочными металлами, образуя алкоголяты, которые в растворах гидролизуются:



По кислотным свойствам спирты уступают



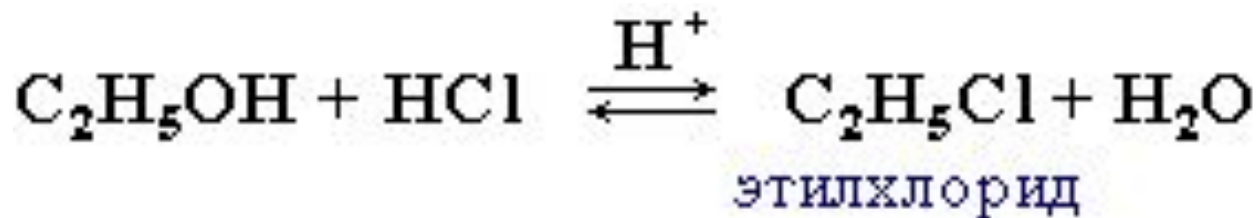
- Основные свойства спиртов обусловлены наличием на атоме кислорода гидроксильной группы неподеленной пары электронов, способной присоединять протон.



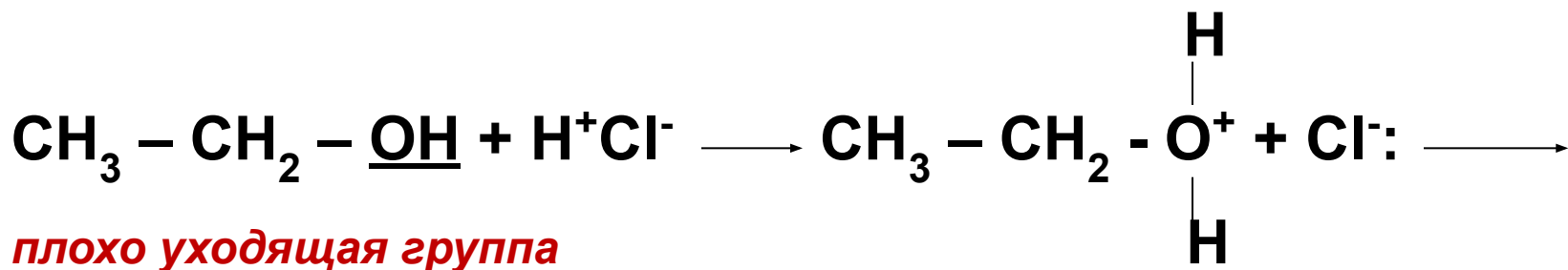
### 3. Реакция нуклеофильного замещения ( $S_N$ )

- Реакции  $S_N$  гидроксильной группы протекают по месту гетеролитического разрыва полярной связи С-ОН.
- Поскольку ОН-группа является плохо уходящей группой, то прямое нуклеофильное замещение на галоген невозможно.
- Поэтому ОН-группу в присутствии кислотного катализатора-ионов  $H^+$  - переводят в оксониевую группировку, с образованием промежуточного иона алкилоксония.

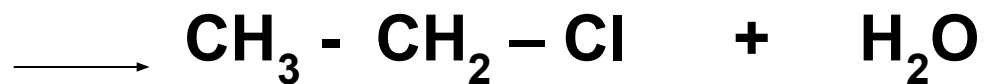
- Тем самым плохоходящая группа –ОН превращается в легкоходящую группу атомов, которая затем отделяется в виде молекулы воды (нуклеофуг).
- Реагент – нуклеофил ( $\text{Cl}^-$ ) присоединяется к атому углерода, образуя продукт.



- **Получение хлорэтана из этанола**



*катион этилоксония*



**хлорэтан**

*хорошо уходящая группа*

**Хлорэтан в медицинской практике используется для ингаляционного наркоза.**

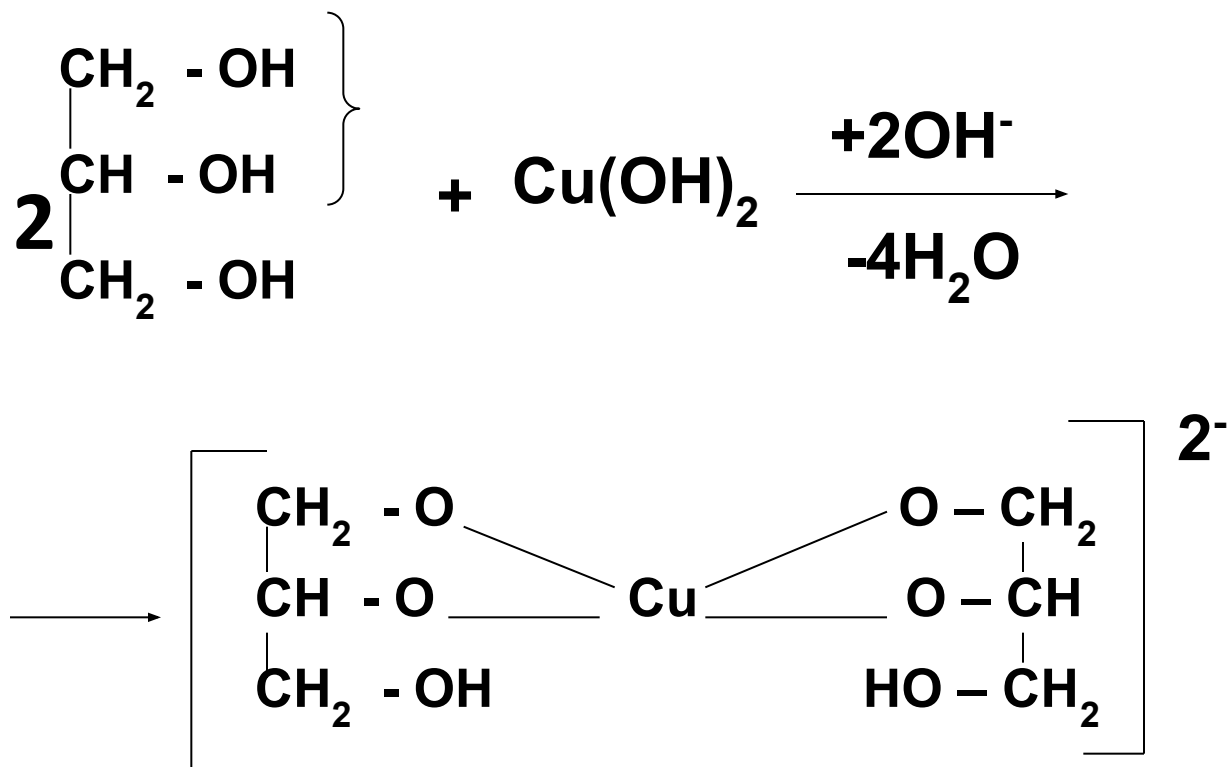


#### 4. Реакция хелатообразования

- Многоатомные спирты, проявляют более выраженные кислотные свойства по сравнению с одноатомными спиртами

*При взаимодействии с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  в щелочной среде образуют растворимый хелатный комплекс ярко синего цвета.*

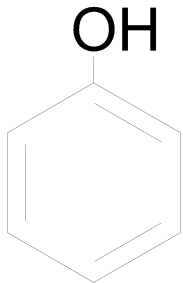
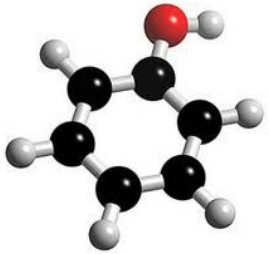
- Данная реакция используется для качественного обнаружения многоатомных спиртов. В реакцию при этом вступает  ***$\alpha$ -диольный фрагмент*** структуры (две  $-\text{OH}$  группы в соседних звеньях).



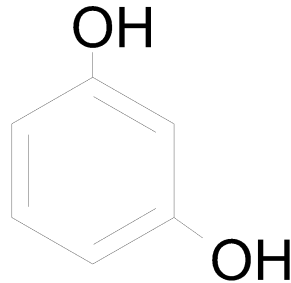
**анионный хелатный комплекс**  
**глицерат меди (II)**  
**раствор синего цвета**

# Фенолы

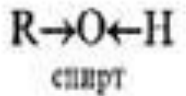
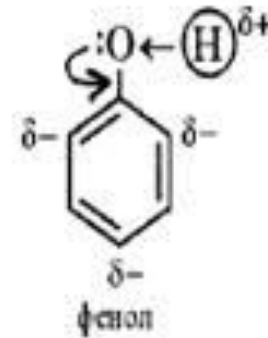
- Фенолы – гидроксисоединения, в молекулах которых – OH группы непосредственно связаны с атомами углерода бензольного кольца.
- По количеству – OH групп они делятся на одноатомные и многоатомные



фенол



резорцин



• Фенол(раствор-карболовая кислота)  
применяется в медицине как антисептическое средство, используется для приготовления лекарственных веществ, красителей и др



• Резорцин(1,3дигидроксибензол)  
применяется в виде водных и спиртовых растворов для лечения кожных и инфекционных заболеваний. Смесь насыщенного резорцина и формалина (40% раствор) применяется в стоматологии для пломбирования корневых зубных



Рис. 832

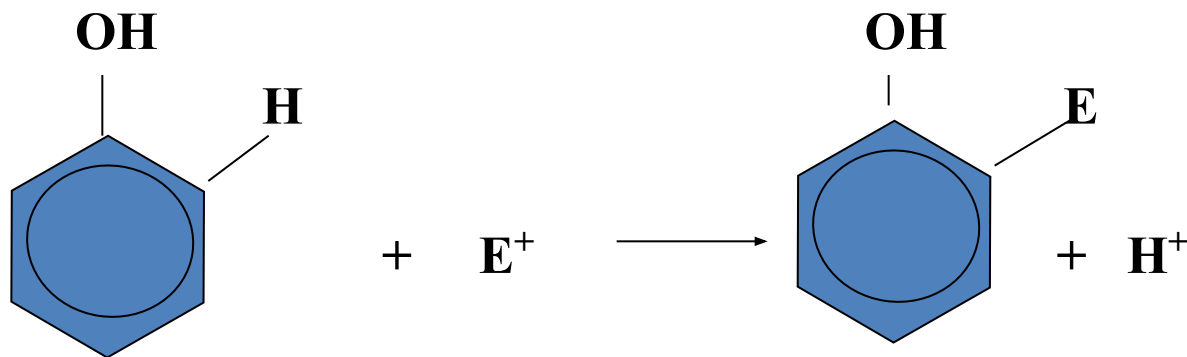
Рис. 833

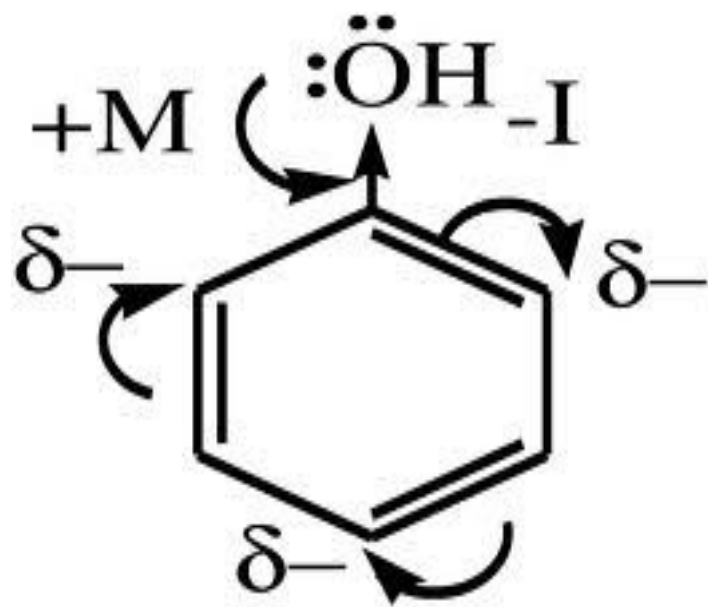


# *Химические свойства фенолов*

## I. Электрофильное замещение ( $S_E$ ) в бензольном кольце

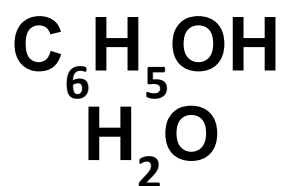
В общем виде:





- К реакциям электрофильного замещения относятся реакции нитрования, сульфирования фенола и другие.

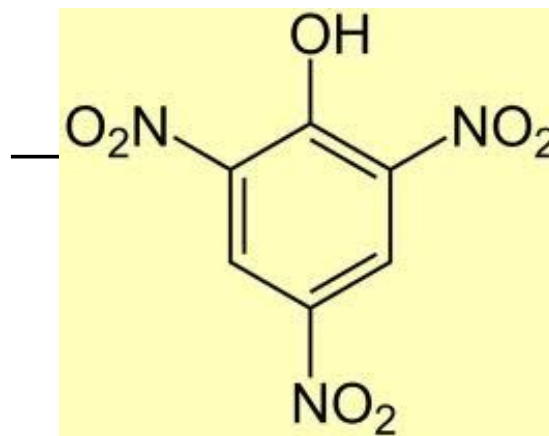
Реакция нитрования фенола:



фенол

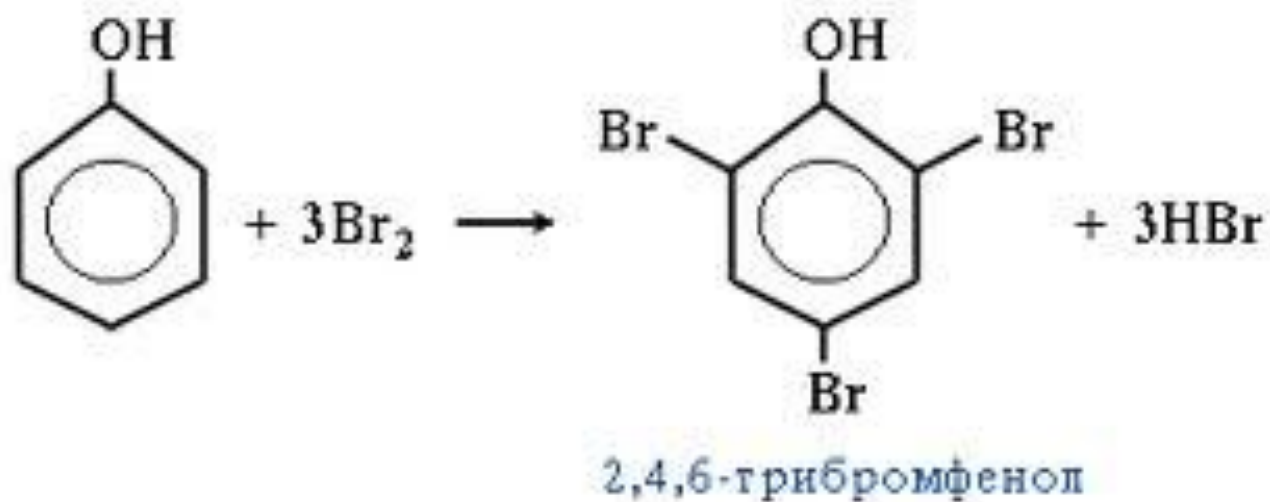
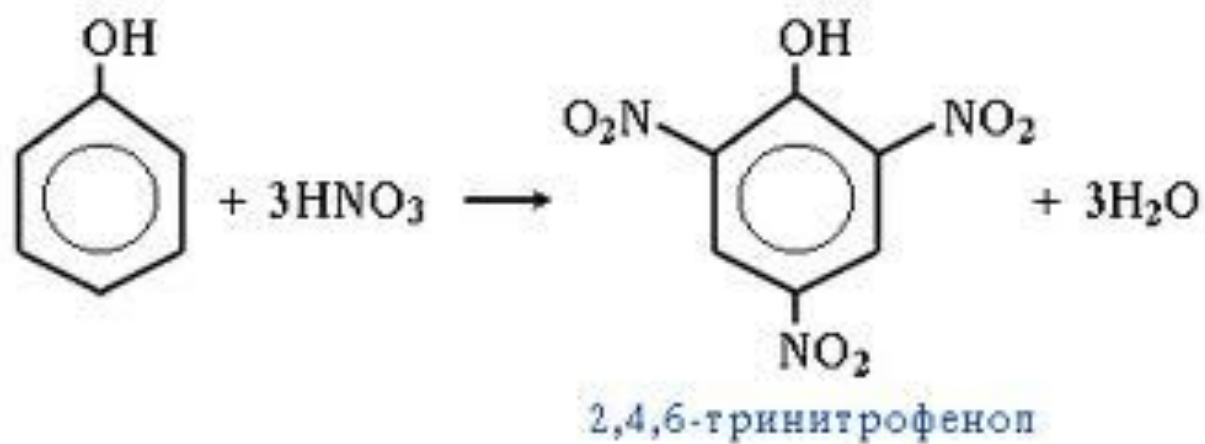


реагент  
электрофил



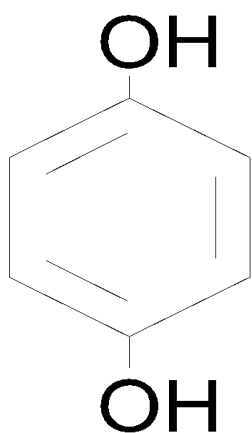
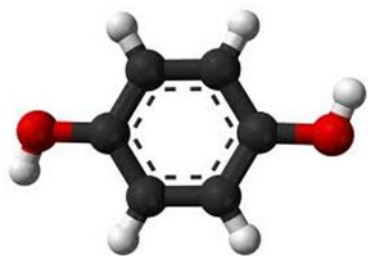
+ 3

2,4,6-тринитрофенол

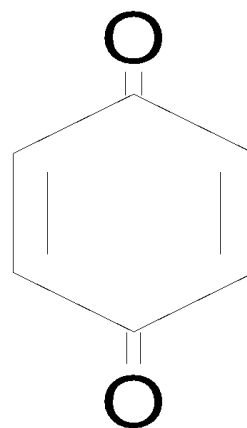
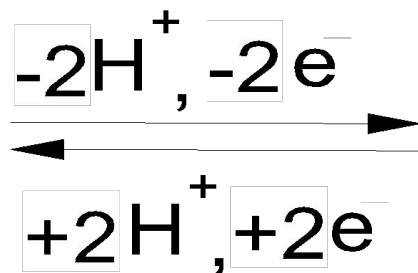




## 2. Окисление фенолов

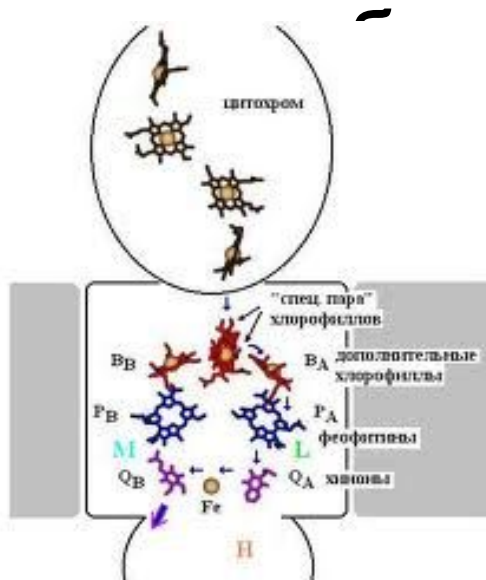


**ГИДРОХИНОН**



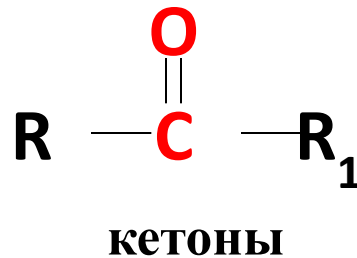
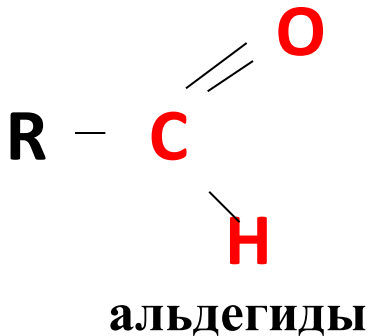
**ХИНОН**

- Система хинон-гидрохинон *in vivo* участвует в переносе электронов от субстрата к кислороду через систему цитохромов.
- Хиноны широко распространены в природе и играют роль стимуляторов роста растений.

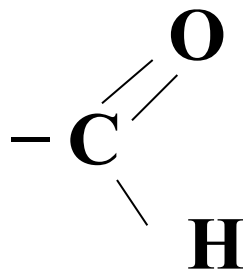
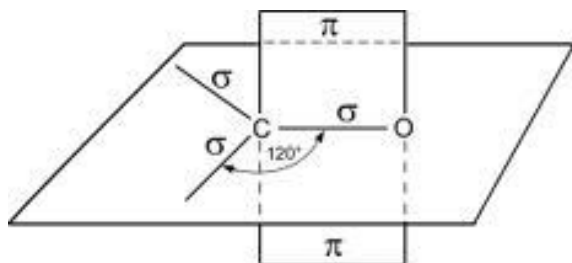


## *Карбонильные соединения*

- Карбонильные соединения - соединения, содержащие карбонильную группу .
- В зависимости от характера связанных с ней заместителей делятся на альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их функциональные производные.

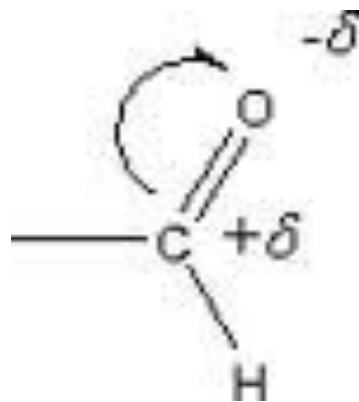


## *Электронное строение карбонильной группы:*

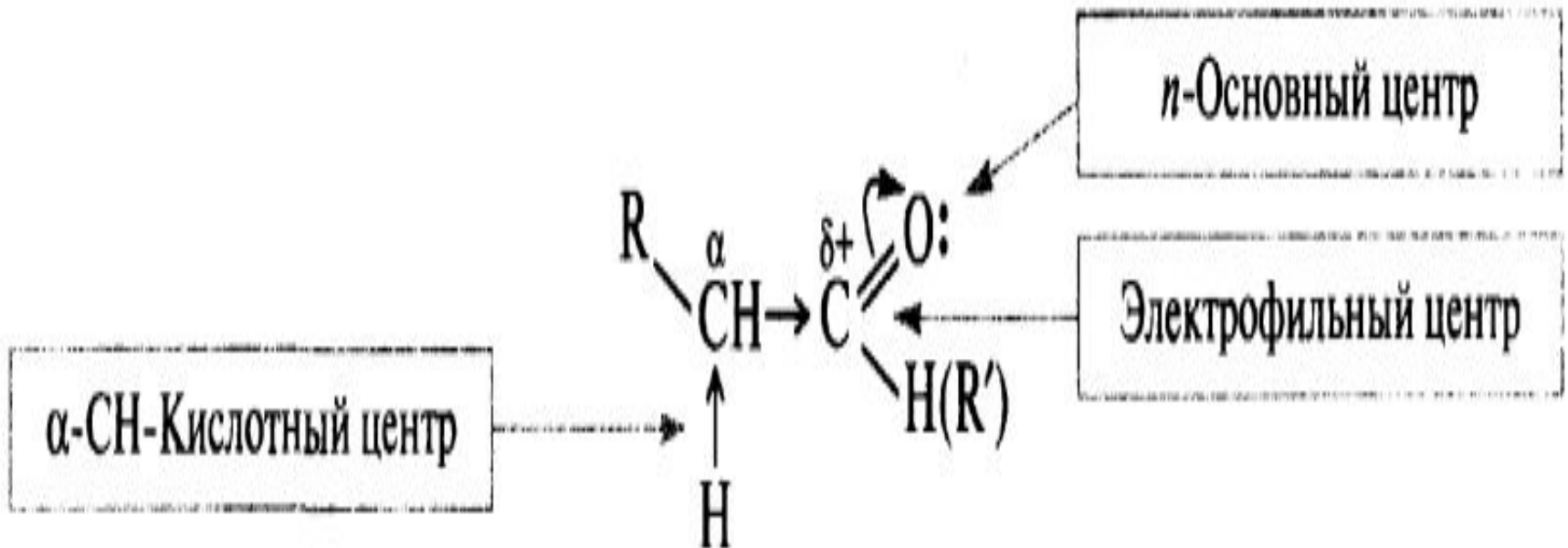


- Атом углерода находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации. Гибридные орбитали располагаются в одной плоскости, валентный угол составляет  $120^\circ$ .
- Атом углерода соединен с атомом кислорода двумя ковалентными связями ( $\sigma$ - и  $\pi$ -связи).

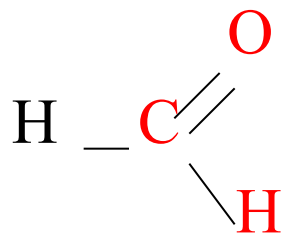
- **$\pi$ -связь сильно поляризована, её электронная плотность смещена к более электроотрицательному атому кислороду, на котором возникает частичный отрицательный заряд.**
- **На атоме углерода при этом наблюдается недостаток электронной плотности.**



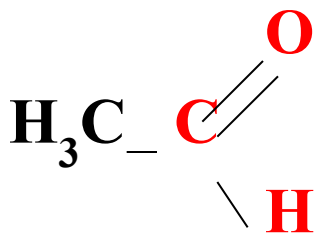
- В молекулах альдегидов и кетонов выделяют следующие реакционные центры:



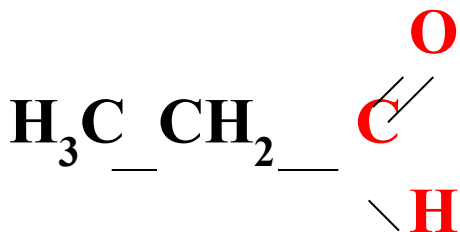
## Отдельные представители альдегидов



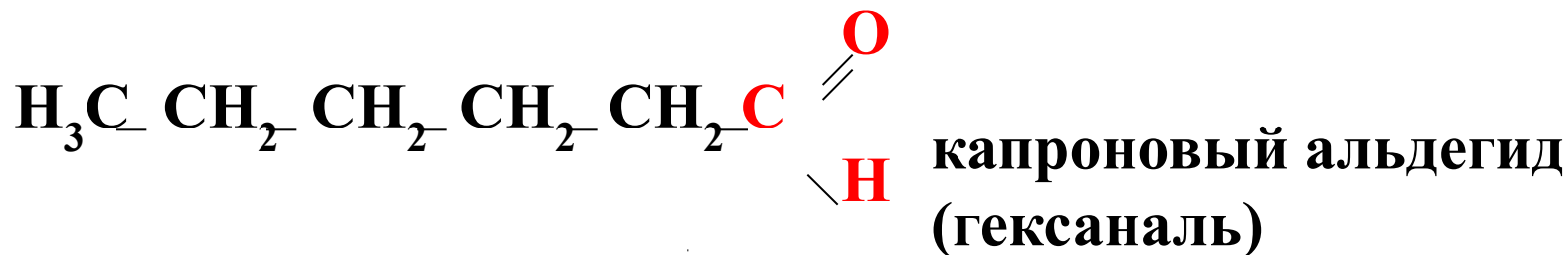
формальдегид (метаналь)



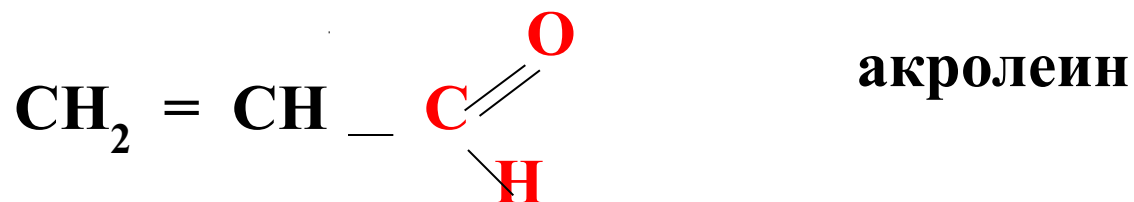
ацетальдегид (этаналь)



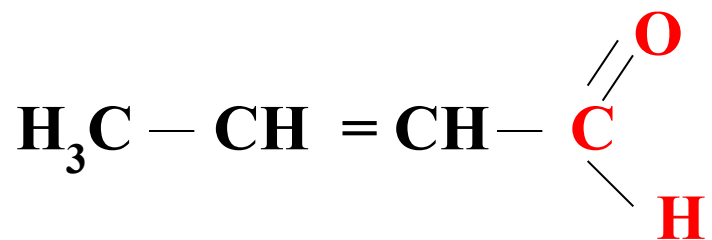
пропионовый альдегид (пропаналь)



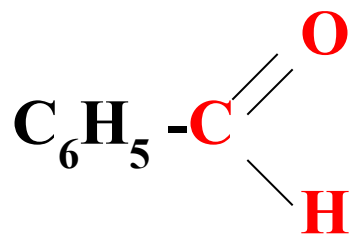
• **Непредельные альдегиды**



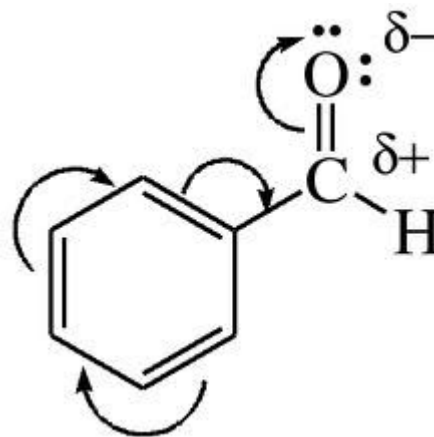




кротоновый альдегид



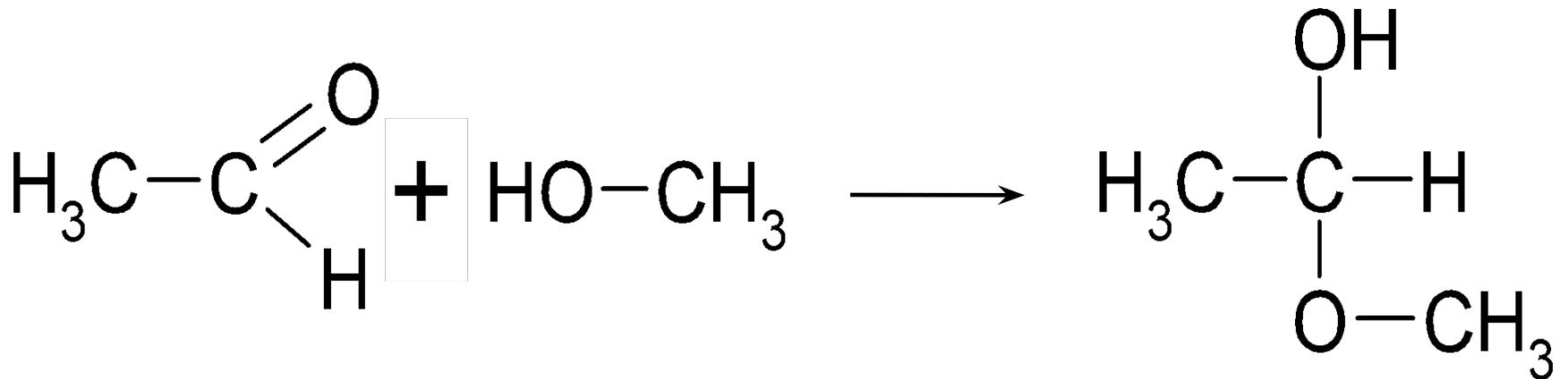
бензальдегид



*Химические свойства:*

1. Реакции нуклеофильного присоединения ( $A_N$ )

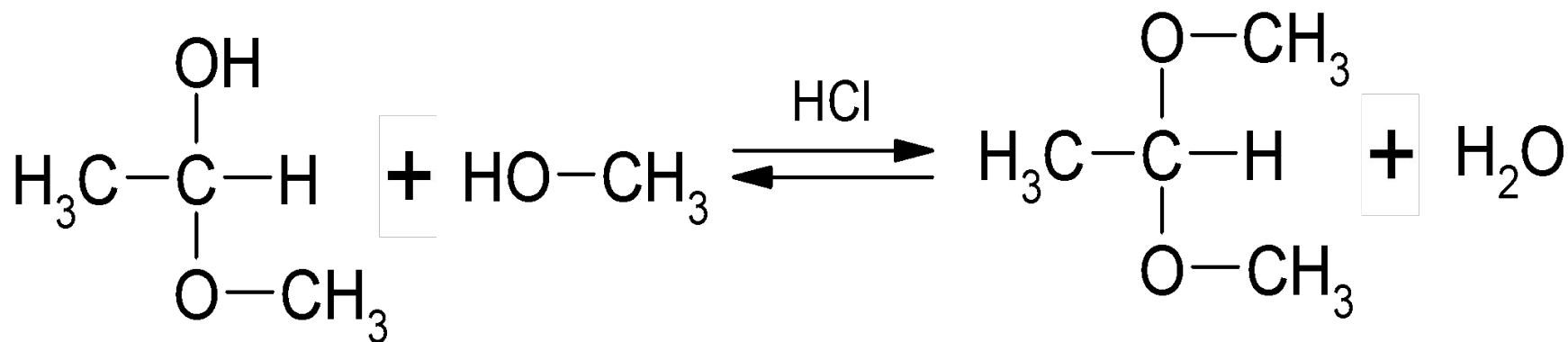
Присоединение спиртов (реакция ацетализации) приводит к образованию полуацеталей:



(1 - метоксиэтанол - 1)

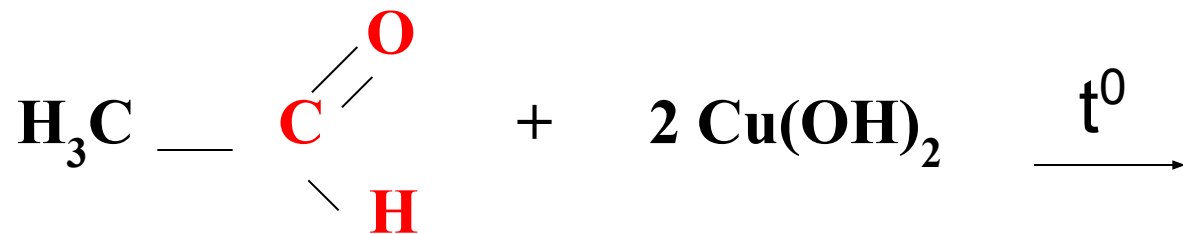
полуацеталь

**В избытке спирта полуацетали превращаются в ацетали:**

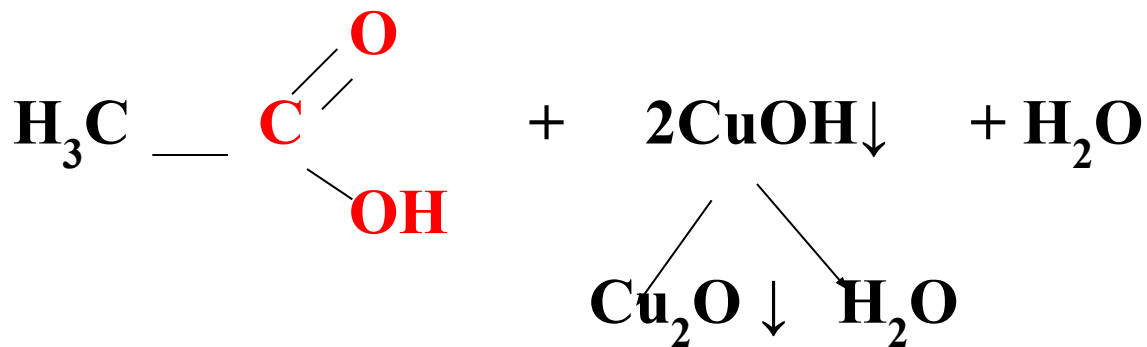


1,1 - диметоксиэтан

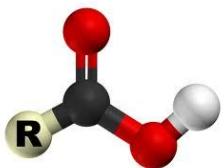
## 2. Окисление альдегидов до карбоновых кислот



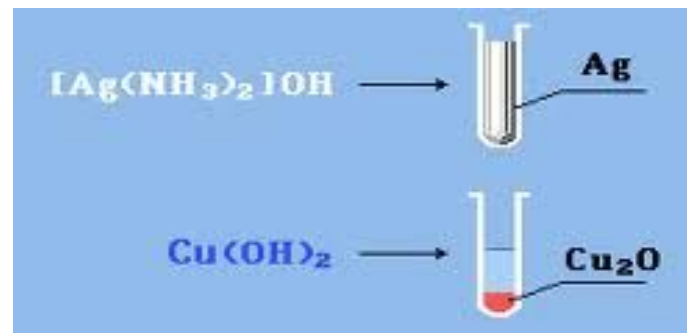
ацетальдегид



уксусная  
кислота



кирпично-  
красный  
осадок



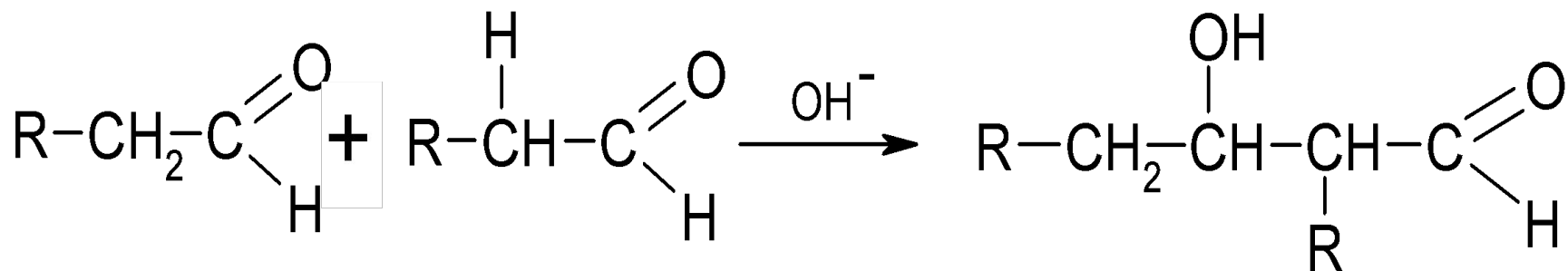
### 3. Альдольная и кротоновая конденсация

- Под влиянием основных катализаторов альдегиды реагируют с образованием продуктов, имеющих удвоенную молекулярную массу по сравнению с исходной молекулой.

*В организме реакции конденсации происходят в присутствии ферментов альдолаз по механизму  $A_N$*

- Некоторые кетоны тоже способны к этой реакции, только в более жестких условиях.

## Общая схема альдольной конденсации:

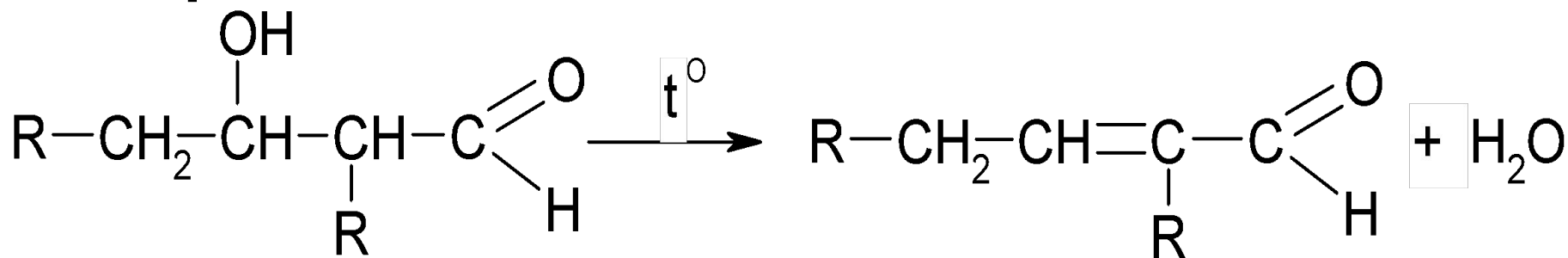


карбонильная  
компонента

метиленовая  
компонента

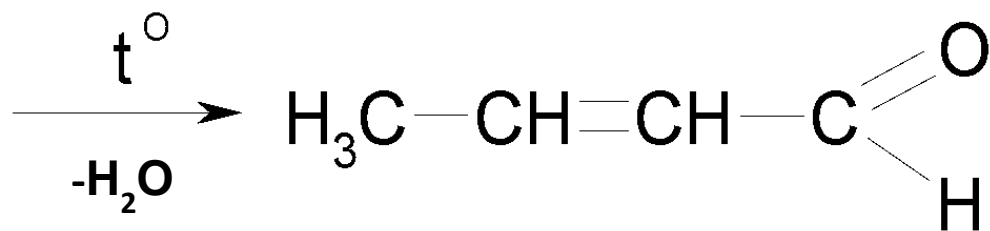
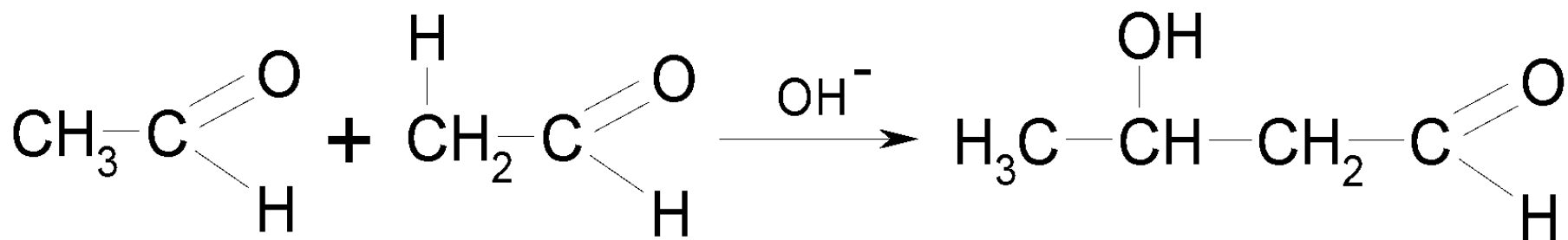
альдоль

**Альдоли неустойчивы, при нагревании легко отщепляют воду (кратоновая конденсация) с образованием  $\alpha,\beta$ -непредельных альдегидов:**



# Альдольная и кротоновая конденсация

Например – альдольная конденсация этанала:



кротоновый альдегид

бутен - 2 - аль



**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ**